

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-340853
(P2002-340853A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 N 27/416
33/483

識別記号

F I

G 0 1 N 33/483
27/46

テ-マコ-ト* (参考)

E 2 G 0 4 5
3 3 6 C
3 3 8

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-38095 (P2002-38095)

(22) 出願日 平成14年 2 月15日 (2002. 2. 15)

(31) 優先権主張番号 特願2001-72201 (P2001-72201)

(32) 優先日 平成13年 3 月14日 (2001. 3. 14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 上野 博也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 中塚 淳二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外7名)

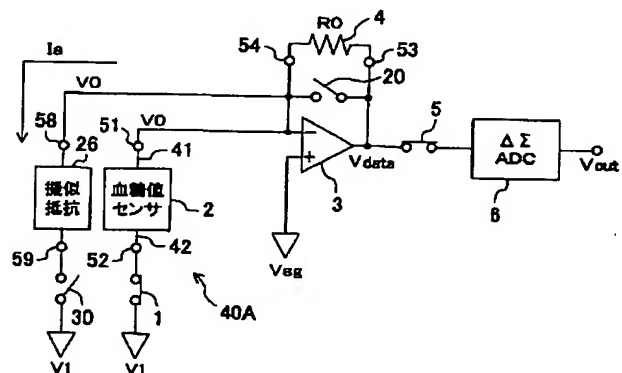
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 血糖値測定装置および半導体集積回路

(57) 【要約】

【課題】 測定精度がより高く、また、オフセット電圧や製造ばらつきを補償してより正確な測定結果が得られる血糖値測定装置を提供する。

【解決手段】 血糖値センサ2による血糖値の測定結果のAD変換に、 $\Delta\Sigma$ 型ADC6を用いて分解能を高めることにより、高精度の測定結果を得ることができる。また、スイッチ20を閉じるとセンスアンプ3のオフセット電圧が測定でき、この測定結果を用いることにより、オフセット電圧の補償が可能となる。さらに、血糖値センサ2の電気特性を擬似した擬似抵抗26に通電して測定した結果を用いることにより、製造ばらつきによる測定値の個体差を補償することができる。以上により、より正確で精度の高い血糖値測定装置を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 血糖値センサを受容して所定の電圧を印加することにより、前記血糖値センサに流れる血糖値に応じた電流を検知し、出力するセンサ受容部と、前記センサ受容部から出力された電流を電圧に変換する電流電圧変換器と、前記電流電圧変換器からのアナログ信号をデジタル信号に変換する $\Delta\Sigma$ 型 A/D 変換器とを備えたことを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記 $\Delta\Sigma$ 型 A/D 変換器からのデジタル信号を入力し、前記電流電圧変換器におけるオフセット電圧の補償を行うデジタル信号処理回路を備えたことを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記電流電圧変換器からのアナログ信号の値を保持し、前記 $\Delta\Sigma$ 型 A/D 変換器に出力するサンプル・ホールド回路を備えたことを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記センサ受容部は、前記所定の電圧を、設定変更可能に構成されているものであることを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記電流電圧変換器は、前記センサ受容部から出力された電流を入力とするセンサアンプと、前記センサアンプの入出力間に設けられた帰還抵抗と、前記帰還抵抗と並列に設けられたスイッチとを備えたものであることを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 6】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記血糖値センサは、正極または負極に複数の電極を有するものであり、前記センサ受容部は、前記複数の電極に印加する電圧を切り替えるセレクトを備えたものであることを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 7】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記血糖値センサの電気特性を擬似した擬似抵抗と、前記電流電圧変換器の入力として、前記擬似抵抗に流れる電流および前記センサ受容部から出力された電流のいずれかを選択するセレクトとを備えたことを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の血糖値測定装置において、前記センサ受容部は、

前記電流の出力を遮断可能なスイッチと、前記スイッチによって前記電流が遮断された状態で、前記血糖値センサに所定の電圧を印加する手段とを備えたものであることを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の血糖値測定装置において、前記所定の電圧を印加する手段は、前記血糖値センサの正極および負極間を短絡可能なスイッチであることを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 10】 請求項 8 記載の血糖値測定装置において、前記所定の電圧を印加する手段は、前記血糖値センサの正極および負極に、互いに異なる所定の電圧を印加するか否かをそれぞれ切り替える複数のスイッチであることを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 11】 血糖値に応じた電流を流す血糖値センサと、前記血糖値センサに流れる電流を電圧に変換する電流電圧変換器と、前記電流電圧変換器からのアナログ信号をデジタル信号に変換する $\Delta\Sigma$ 型 A/D 変換器とを備えたことを特徴とする血糖値測定装置。

【請求項 12】 血糖値に応じた電流を流す血糖値センサからの電流を入力する第 1 の端子と、前記第 1 の端子に入力された電流を電圧に変換するセンサアンプと、前記センサアンプの入出力間に帰還抵抗を接続可能な第 2 の端子と、前記センサアンプからのアナログ信号をデジタル信号に変換する $\Delta\Sigma$ 型 A/D 変換器とを備えたことを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 13】 請求項 12 記載の半導体集積回路において、前記血糖値センサの電気特性を擬似した擬似抵抗に流れる電流を入力する第 3 の端子と、前記センサアンプの入力として、前記第 1 および第 3 の端子に入力された電流のいずれかを選択するセレクトとを備えたことを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 14】 請求項 12 記載の半導体集積回路において、C-MOS で回路構成されたことを特徴とする半導体集積回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、血糖値測定装置に関するものであり、特に、血糖値センサに流れる電流をデジタル処理して血糖値を表示する技術に属する。

【0002】

【従来の技術】 図 18 は、特開平 11-174022 号公報に開示された従来の血糖値測定装置の構成を示す。

従来の血糖値測定装置は、スイッチ 1 と、血糖値センサ 2 と、センサアンプ 3 と、抵抗値 R_0 の帰還抵抗 4 と、電圧電流変換回路 31 と、積分型 A/D 変換器（積分型 A/D C）32 とを備えている。

【0003】血糖値センサ 2 の正極または負極に相当する下部電極はスイッチ 1 を介して GND レベルの電圧 V_{ss} に接続され、負極または正極に相当する上部電極はセンサアンプ 3 に接続されている。センサアンプ 3 の他方の入力には信号の基準電圧 V_{sg} が入力されている。また、センサアンプ 3 には、入出力間に帰還抵抗 4 が接続されている。そして、センサアンプ 3 のアナログ信号出力である出力電圧 V_{data} は、電圧電流変換回路 31 によって電流に変換され、その後、積分型 A/D C 32 によってデジタル信号 V_{out} に変換される。

【0004】従来の血糖値測定装置の動作は次のとおりである。

【0005】血糖値センサ 2 の上部電極に電圧 V_0 が、そして下部電極に電圧 V_{ss} が印加されることにより電流 I_a が流れ、帰還抵抗 4 に電圧 $V_a (= I_a \times R_0)$ が生じる。この結果、センサアンプ 3 の出力電圧 $V_{data} = V_a + V_{sg}$ となる。電圧 V_{data} は、電圧電流変換回路 31 によって電流に変換され、続く積分型 A/D C 32 によって A/D 変換されて、デジタル信号 V_{out} として出力される。デジタル信号 V_{out} は、後段の回路（たとえば、マイクロコンピュータなど）によって処理され、血糖値が表示される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の血糖値測定装置では、測定した血糖値が 10 進数 3 桁の数字で表示される。しかし、近年、表示桁数がこれまでより 1 桁多い 4 桁表示の血糖値測定装置が、市場から要求されてきている。

【0007】表示桁数を 1 桁増すためには、動作クロックを速めないことを前提とした場合、測定精度をこれまでの 10 倍にしなければならない。これには、血糖値の測定時間を 10 倍にする必要がある。しかし、現在の 5 秒程度の測定時間が 1 分程度にまで伸びることとなり、实际的でない。さらに、測定時間が長くなると、測定中に測定値が変動してしまい、正確な測定結果を得ることができない。

【0008】一方、測定時間を据え置き、動作クロックを 10 倍に速めて測定値の取り込み時間間隔を 10 分の 1 に短縮することも考えられる。しかし、積分型 A/D C 32 では、十分な分解能の測定結果を得ることができない。さらに、動作クロックを速めると消費電力が増大するため、特に、装置を電池で駆動することを考慮すると、電池の消耗が早まり、实际的でない。

【0009】また、測定精度を向上することにより、これまで無視することのできたセンサアンプ 3 の入力端子間のオフセット電圧や、血糖値測定装置の製造ばらつき

による血糖値センサ 2 の印加電圧の不均一さが測定結果に影響を及ぼすようになる。したがって、精度の高い正確な測定結果を得るためには、オフセット電圧や製造ばらつきの補償をしなければならない。しかし、従来の血糖値測定装置ではこれが極めて困難である。

【0010】その他、血糖値センサの高性能化や機能拡張などへの対応も要求される。従来の血糖値測定装置で用いられる血糖値センサ 2 の端子数は 2 個であり、両端には電圧 V_0 および電圧 V_{ss} が印加されるようになっている。しかし、センサの高性能化（たとえば、用いられる酵素の改良・進歩など）や機能拡張（たとえば、測定対象の多様化に伴う端子数の増加）を考慮すると、センサの両端に印加される電圧を自由に変更でき、また、多端子のセンサが接続できるような装置が求められる。

【0011】上記の問題に鑑み、本発明は、より測定精度を高め、オフセット電圧や製造ばらつきを補償し、また、血糖値センサの高性能化や機能拡張に対応し得る血糖値測定装置を実現することを課題とする。さらに、血糖値測定装置用の半導体集積回路の提供も、あわせて課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項 1 の発明が講じた手段は、血糖値測定装置として、血糖値センサを受容して所定の電圧を印加することにより、前記血糖値センサに流れる血糖値に応じた電流を検出して出力するセンサ受容部と、前記センサ受容部から出力された電流を電圧に変換する電流電圧変換器と、前記電流電圧変換器からのアナログ信号をデジタル信号に変換する $\Delta \Sigma$ 型 A/D 変換器とを備えたものとする。

【0013】請求項 1 の発明によると、 $\Delta \Sigma$ 型 A/D 変換器によって、電流電圧変換器からのアナログ信号が A/D 変換されることにより、高い分解能のデジタル信号を得ることができる。これにより、測定時間は従来と同程度で、血糖値測定装置の表示有効桁数を増すことが可能となる。

【0014】請求項 2 の発明では、請求項 1 の血糖値測定装置は、前記 $\Delta \Sigma$ 型 A/D 変換器からのデジタル信号を入力して前記電流電圧変換器におけるオフセット電圧の補償を行うデジタル信号処理回路を備えたものとする。

【0015】請求項 2 の発明によると、デジタル信号処理回路によって、 $\Delta \Sigma$ 型 A/D 変換器からのデジタル信号に対してデジタル処理が行われることにより、測定値に含まれる電流電圧変換器におけるオフセット電圧が補償される。これにより、測定精度がより向上した血糖値測定装置を実現することができる。

【0016】請求項 3 の発明では、請求項 1 の血糖値測定装置は、前記電流電圧変換器からのアナログ信号の値を保持して前記 $\Delta \Sigma$ 型 A/D 変換器に出力するサンプル・ホールド回路を備えたものとする。

【0017】請求項3の発明によると、サンプル・ホールド回路によって保持された電流電圧変換器からのアナログ信号の瞬間値を、 $\Delta\Sigma$ 型AD変換器によってデジタル化することができる。こうしてデジタル化された瞬間値を複数用いることにより、後段の回路によって、たとえば、瞬間値の差を計算して、測定値に含まれる電流電圧変換器におけるオフセット電圧を補償する等のデジタル処理を施すことができるようになる。これにより、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0018】請求項4の発明では、請求項1のセンサ受容部は、前記所定の電圧を設定変更可能に構成されているものとする。

【0019】請求項4の発明によると、血糖値センサに印加する電圧を調整することができ、血糖値測定装置の個体差に関係なく、どの血糖値測定装置でも一定の電圧を印加することができる。これにより、個体差によるばらつきのない、より正確な測定結果を示す血糖値測定装置を実現することができる。

【0020】請求項5の発明では、請求項1の電流電圧変換器は、前記センサ受容部から出力された電流を入力とするセンスアンプと、前記センスアンプの入出力間に設けられた帰還抵抗と、前記帰還抵抗と並列に設けられたスイッチとを備えたものとする。

【0021】請求項5の発明によると、スイッチを閉じることにより、センスアンプの入力端子と出力端子の電圧が等しくなり、出力電圧にオフセット電圧のみが現れるようにできる。そして、測定されたオフセット電圧は、後段の回路、たとえば、マイクロコンピュータなどに保持され、実際の測定結果に対して補償を行うことができるようになる。これにより、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0022】請求項6の発明では、請求項1の血糖値センサは、正極または負極に複数の電極を有するものとする。そして、センサ受容部は、前記複数の電極に印加する電圧を切り替えるセレクトを備えたものとする。

【0023】請求項6の発明によると、複数の電極を有するさまざまなタイプの血糖値センサに対応した血糖値測定装置を実現することができる。

【0024】請求項7の発明では、請求項1の血糖値測定装置は、前記血糖値センサの電気特性を擬似した擬似抵抗と、前記電流電圧変換器の入力として、前記擬似抵抗に流れる電流および前記センサ受容部から出力された電流のいずれかを選択するセレクトを備えたものとする。

【0025】請求項7の発明によると、擬似抵抗に流れる電流が選択され、測定されることにより、実測値に対して補正すべき値を知ることができる。そして、センサ受容部から出力された電流が選択され、測定された値に対して、補正をすることにより、より正確な測定値を得

ることができる。これにより、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0026】請求項8の発明では、請求項1のセンサ受容部は、前記電流の出力を遮断可能なスイッチと、前記スイッチによって前記電流が遮断された状態で、前記血糖値センサに所定の電圧を印加する手段とを備えたものとする。

【0027】請求項8の発明によると、センサ受容部から出力される電流が遮断された状態、つまり、センサ受容部が電流電圧変換器から切り離された状態で、血糖値センサに所定の電圧を印加することにより、センサ内の化学反応を促進することができる。化学反応が促進された血糖値センサは、安定した測定結果を示す。これにより、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0028】請求項9の発明では、請求項8の所定の電圧を印加する手段は、前記血糖値センサの正極および負極間を短絡可能なスイッチとする。

【0029】請求項9の発明によると、血糖値センサの正極および負極を同電位にして、センサ内の化学反応を促進することができる。これにより、より正確で安定した血糖値を示す血糖値測定装置を実現することができる。

【0030】また、請求項10の発明では、請求項8の所定の電圧を印加する手段は、前記血糖値センサの正極および負極に、互いに異なる所定の電圧を印加するか否かをそれぞれ切り替える複数のスイッチとする。

【0031】請求項10の発明によると、複数のスイッチによって切り替えを行うことにより、血糖値センサに互いに異なるさまざまな所定の電圧を印加することができる。これにより、血糖値センサのタイプに応じ、最適な電圧を印加して、センサ内の化学反応を促進することができる。したがって、さまざまなタイプの血糖値センサに対応可能で、より正確で安定した血糖値を示す血糖値測定装置を実現することができる。

【0032】請求項11の発明では、血糖値測定装置として、血糖値に応じた電流を流す血糖値センサと、前記血糖値センサに流れる電流を電圧に変換する電流電圧変換器と、前記電流電圧変換器からのアナログ信号をデジタル信号に変換する $\Delta\Sigma$ 型AD変換器とを備えたものとする。

【0033】そして、請求項12の発明が講じた手段は、血糖値測定装置を実現する半導体集積回路として、血糖値に応じた電流を流す血糖値センサからの電流を入力する第1の端子と、前記第1の端子に入力された電流を電圧に変換するセンスアンプと、前記センスアンプの入出力間に帰還抵抗を接続可能な第2の端子と、前記センスアンプからのアナログ信号をデジタル信号に変換する $\Delta\Sigma$ 型AD変換器とを備えたものとする。

【0034】請求項13の発明では、請求項12の半導

体集積回路は、前記血糖値センサの電気特性を擬似した擬似抵抗に流れる電流を入力する第3の端子と、前記センサアンプの入力として、前記第1および第3の端子に入力された電流のいずれかを選択するセレクトとを備えたものとする。

【0035】請求項14の発明では、請求項12の半導体集積回路は、C-MOSで回路構成されたものとする。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0037】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、従来の血糖値測定装置における電圧電流変換回路31および積分型ADC32に替えて、 $\Delta\Sigma$ 型AD変換器（ $\Delta\Sigma$ 型ADC）6を備えたものであり、測定精度の向上を図ったものである。

【0038】以下に、本実施形態に係る血糖値測定装置の動作について説明する。

【0039】まず、血糖値センサ2がセンサ受容部40に挿入するなどして取り付けられる。血糖値センサ2は、血液を付着させて所定の電圧を印加することにより、センサ内の酵素と血液中のブドウ糖とが化学反応を起こし、それに応じた、つまり血糖値に応じた電流を流すものである。また、センサ受容部40は、血糖値センサ2の電極41に接続するための端子51と、電極42に接続するための端子52と、スイッチ1と、スイッチ1に供給される基準電圧 V_{ss} とからなる部分を指す。

【0040】そして、センサ受容部40によって、端子51から電極41に電圧 V_0 が、端子52から電極42に電圧 V_{ss} が印加されることにより、血糖値センサ2に電流 I_a が流れ、センサアンプ3に出力される。

【0041】センサアンプ3の入出力間には、端子53、54を介して帰還抵抗4が接続されており、センサアンプ3および帰還抵抗4は、入力した電流信号を電圧信号として出力する電流電圧変換器を構成している。センサ受容部40から出力された電流 I_a は、端子53、54に接続された帰還抵抗4を流れ、帰還抵抗4に電圧 $V_a (= I_a \times R_0)$ が生じ、センサアンプ3の出力電圧 $V_{data} = V_a + V_{sg}$ となる。

【0042】そして、電圧 V_{data} はスイッチ5を介して $\Delta\Sigma$ 型ADC6に入力され、AD変換された後、デジタル信号 V_{out} として出力される。 $\Delta\Sigma$ 型ADC6は、積分型ADC32と比べて高い分解能のデジタル信号 V_{out} を出力することができる。こうして出力された高い分解能のデジタル信号 V_{out} は、後段の回路によって処理され、有効数字が4桁の測定結果が表示される。

【0043】以上、本実施形態によると、AD変換器として $\Delta\Sigma$ 型ADC6を用いることにより、高い分解能の

AD変換が可能となり、高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。なお、血糖値センサ2は、センサ受容部40に取り付けられるとしたが、血糖値測定装置に備えられたものでもよい。

【0044】（第2の実施形態）図2は、本発明の第2の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第1の実施形態に係る血糖値測定装置における $\Delta\Sigma$ 型ADC6の後段にデジタル信号処理回路7が接続されたものであり、センサアンプ3のオフセット電圧 V_{off} の補償を図ったものである。

【0045】以下に、本実施形態に係る血糖値測定装置の動作について説明する。

【0046】まず、血糖値センサ2に流れる電流 I_a を測定する前に、センサアンプ3の入力端子間のオフセット電圧 V_{off} が測定される。この結果、センサアンプ3に生じる出力電圧 $V_{data0} = V_{sg} + V_{off}$ が $\Delta\Sigma$ 型ADC6によってAD変換され、デジタル信号処理回路7はこの結果を記憶する。

【0047】その後、センサ受容部40によって、血糖値センサ2に電圧 V_0 および電圧 V_{ss} が印加され、センサアンプ3に出力電圧 $V_{data} = V_a + V_{sg} + V_{off}$ が生じる。そして、電圧 V_{data} は $\Delta\Sigma$ 型ADC6によってAD変換され、デジタル信号がデジタル信号処理回路7に入力される。

【0048】デジタル信号処理回路7は、入力した電圧 V_{data} から先ほど記憶した電圧 V_{data0} を引くデジタル演算処理を行い、結果として、 $V_{data} - V_{data0} = V_a + V_{sg} + V_{off} - (V_{sg} + V_{off}) = V_a$ がデジタル信号 V_{out} として出力される。このようにして、測定結果からオフセット電圧 V_{off} が除去される。

【0049】以上、本実施形態によると、デジタル信号処理回路7によるデジタル演算処理によって、オフセット電圧 V_{off} が補償されることにより、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0050】（第3の実施形態）図3は、本発明の第3の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第1の実施形態に係る血糖値測定装置におけるセンサアンプ3と $\Delta\Sigma$ 型ADC6との間にサンプル・ホールド回路8が接続されたものであり、センサアンプ3のオフセット電圧 V_{off} の補償を図ったものである。なお、 $\Delta\Sigma$ 型ADC6はサンプル・ホールド回路8から電圧 V_{in} を入力する。

【0051】図4は、サンプル・ホールド回路8をスイッチド・キャパシタ回路で実現した例を示す。センサアンプ3の出力は、スイッチ10を介して、キャパシタ11、13と、スイッチ12とに接続されている。キャパシタ11およびスイッチ12の他端子は信号の基準電圧 V_{sg} に接続され、キャパシタ13の他端子はオペアン

プ16に接続されている。オペアンプ16の他の入力には信号の基準電圧 V_{sg} が接続され、出力は $\Delta\Sigma$ 型ADC6に接続されている。また、オペアンプ16の帰還部分には、スイッチ14およびキャパシタ15が並列に接続されている。

【0052】次に、本実施形態に係る血糖値測定装置の動作について説明する。

【0053】まず、センサ受容部40によって、血糖値センサ2に電圧 V_0 および電圧 V_{ss} が印加されることにより、センサアンプ3に出力電圧 $V_{data} = V_a + V_{sg} + V_{off}$ が生じる。ここで、スイッチ10、12および14を、図5に示すタイミング ΦA 、 ΦNA および ΦB でそれぞれ開閉する。ただし、図中、High区間は、スイッチが閉じていることを表す。図5に示すようにスイッチ10、12および14がそれぞれ開閉されることにより、サンプル・ホールド回路8は、出力電圧 V_{data} の瞬間値を保持する。

【0054】例として、電圧 V_{data} が図6に示すように変化するときを考える。ここで、時刻 T_a では、電圧 $V_{ina} = V_a + V_{off} + V_{sg}$ が保持され、一方、時間 T_b では、電圧 $V_{inb} = V_b + V_{off} + V_{sg}$ が保持されるとする。時刻 T_a 、 T_b において、電圧 V_{ina} 、 V_{inb} が $\Delta\Sigma$ 型ADC6によってAD変換され、後段の回路に出力される。後段の回路は、電圧 V_{in} の変化量、すなわち $V_{ina} - V_{inb} = (V_a + V_{off} + V_{sg}) - (V_b + V_{off} + V_{sg}) = V_a - V_b$ を計算し、この値を測定結果として用いることにより、オフセット電圧 V_{off} を除去することができる。

【0055】以上、本実施形態によると、サンプル・ホールド回路8によって保持された2つの測定値を用いることにより、オフセット電圧 V_{off} を補償することができ、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。また、サンプル・ホールド回路8は、第2の実施形態に係るデジタル信号処理回路7に比べ、非常に簡単で小規模な回路で実現することが可能である。

【0056】（第4の実施形態）図7は、本発明の第4の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第1の実施形態に係るセンサ受容部40と構成の異なるセンサ受容部40Aを備えたものであり、半導体集積回路の製造ばらつきの補償を図ったものである。センサ受容部40Aにおけるスイッチ1には、設定変更が可能な電圧 V_1 が供給されている。

【0057】以下に、本実施形態に係る血糖値測定装置の動作について説明する。

【0058】まず、センサ受容部40によって、血糖値センサ2に電圧 V_0 および電圧 V_1 が印加され、センサアンプ3に出力電圧 $V_{data} = V_a + V_{sg}$ が生じ

る。このとき、電圧 V_1 を、たとえば、装置の製造検査時に設定されたその装置に固有のパラメータ値に基づいて調整するようにする。これにより、製造ばらつきがあっても、どの装置についても血糖値センサ2に所望の電圧を印加することができる。

【0059】以上、本実施形態によると、血糖値センサ2に印加する電圧 V_1 を設定変更可能にすることにより、製造ばらつきを補償することができ、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0060】（第5の実施形態）図8は、本発明の第5の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第4の実施形態に係る血糖値測定装置における帰還抵抗4と並列にスイッチ20を備えたものであり、センサアンプ3のオフセット電圧 V_{off} の補償を図ったものである。

【0061】以下に、本実施形態に係る血糖値測定装置の動作について説明する。

【0062】まず、スイッチ1を開き、スイッチ20を閉じた状態で、センサアンプ3のオフセット電圧 V_{off} を測定する。スイッチ1が開かれているとき、帰還抵抗4には電流が流れず、センサアンプ3に出力電圧 $V_{data0} = V_{sg} + V_{off}$ が生じる。電圧 V_{data0} は $\Delta\Sigma$ 型ADC6によってAD変換され、後段の回路に記憶される。

【0063】次に、図9に示すように、スイッチ1を閉じ、スイッチ20を開いた状態で、センサ受容部40Aによって、血糖値センサ2に電圧 V_0 および電圧 V_1 が印加されることにより、センサアンプ3に出力電圧 $V_{data} = V_a + V_{sg} + V_{off}$ が生じる。そして、 $\Delta\Sigma$ 型ADC6によってAD変換されたデジタル信号 V_{out} を後段の回路で処理する際、先に記憶した電圧 V_{data0} が引かれる。これにより、 $V_{data} - V_{data0} = V_a + V_{sg} + V_{off} - (V_{sg} + V_{off}) = V_a$ を得て、オフセット電圧 V_{off} を除去することができる。

【0064】以上、本実施形態によると、スイッチ20を閉じることにより、オフセット電圧 V_{off} を測定することができる。そして、スイッチ20を開いて測定した値からオフセット電圧 V_{off} を引くことにより、オフセット電圧 V_{off} を補償することができ、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0065】（第6の実施形態）図10は、本発明の第6の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第5の実施形態に係る血糖値測定装置における血糖値センサ2に替えて、複数の下部電極42、43、44および45を有する血糖値センサ25を取り付けることができるようにしたものであり、センサの高性能化・機能拡張への対応を図ったものである。

【0066】本実施形態において、センサ受容部40Bは、血糖値センサ2の電極41に接続するための端子51と、電極42～44に接続するための端子52、55、56および57と、スイッチ21、22、23および24と、スイッチ21～24に供給される基準電圧V11、V12、V13およびV14とからなる部分を指す。そして、これらスイッチ21～24は、電極42～45に印加する電圧を必要に応じて切り替えるセレクタの役割をする。

【0067】以上、本実施形態によると、センサ受容部40Bに多数の端子およびその端子にそれぞれスイッチを設け、さまざまな基準電圧を供給できるような構成にすることにより、将来的な血糖値センサの高性能化や機能拡張に対応し得る血糖値測定装置を実現することができる。

【0068】なお、図10では、血糖値センサ25の下部電極数およびそれに接続されたスイッチならびに基準電圧は4組として示されているが、これをn組（nは2以上の整数）として構成することができる。

【0069】（第7の実施形態）図11は、本発明の第7の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第5の実施形態に係る血糖値測定装置において、センサ受容部40Aと並列に設けられた擬似抵抗26と、擬似抵抗26に設けられたスイッチ30とを備えたものであり、半導体集積回路の製造ばらつきの補償を図ったものである。

【0070】擬似抵抗26は、血糖値センサ2の電気特性を擬似したものである。流れる電流が I_a であるような血糖値センサ2を擬似した擬似抵抗26の抵抗値 R_s は、 $R_s = (V_0 - V_1) / I_a$ となる。また、スイッチ30は、スイッチ1とともに、擬似抵抗26に流れる電流およびセンサ受容部40Aから出力された電流のいずれかを選択し、センサアンプ3に出力するためのセレクタの役割をする。

【0071】擬似抵抗26は、血糖値測定装置の製品検査時および毎回の装置立ち上げ時に用いられる。製品検査時には、スイッチ1を開き、スイッチ30を閉じた状態、つまり、擬似抵抗26に流れる電流が選択された状態での測定値と、擬似抵抗26の抵抗値 R_s に対応した血糖値とが一致するように、血糖値測定装置の各種パラメータが決定され、製品ごとの固有値として設定される。これにより、製造ばらつき等による特性変動を補正することができる。

【0072】毎回の装置立ち上げ時には、擬似抵抗26として、たとえば、温度に応じて抵抗値が変化するサーミスタを設け、このサーミスタに流れる電流が測定され、測定値がゼロとなるように各種パラメータが初期化される。その後、このパラメータ値に基づいて実際の血糖値の測定結果を補正することにより、動作環境に応じた特性変動をも補正することができる。

【0073】次に、本実施形態に係る血糖値測定装置の半導体集積回路の構成を図12に示す。半導体集積回路100は、本発明における第1の端子としての端子51、52を有し、血糖値センサ2が接続可能である。また、第2の端子としての端子53、54を有し、帰還抵抗4が接続可能である。そして、第3の端子としての端子58、59を有し、擬似抵抗26が接続可能である。処理部60は、 $\Delta \Sigma$ ADC6が出力するデジタル信号 V_{out} を処理し、オフセット電圧の補償などを行う。この処理部60として、たとえば、マイクロコンピュータなどを組み込むことにより、1チップで血糖値測定装置を実現することが可能である。

【0074】なお、半導体集積回路100は、たとえば、C-MOSで回路構成をすることができる。また、帰還抵抗4および擬似抵抗26は、半導体集積回路100に接続可能なものであるとしたが、半導体集積回路100に備えられたものでもよい。

【0075】以上、本実施形態によると、製造ばらつきによる特性変動を、製造段階および毎回の装置立ち上げ時に補正することができ、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。

【0076】（第8の実施形態）図13は、本発明の第8の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第7の実施形態に係るセンサ受容部40Aと構成の異なるセンサ受容部40Cを備えたものであり、血糖値センサ2における化学反応の促進を図ったものである。センサ受容部40Cは、センサ受容部40Aに、血糖値センサ2の電極41、42間を短絡可能なスイッチ27と、端子51とセンサアンプ3との間に設けられ、電流の出力を遮断可能なスイッチ28とを追加したものである。

【0077】図13に示すように、スイッチ1、28を開き、スイッチ27を閉じた状態にすることにより、血糖値センサ2は装置から切り離され、電極41、42の電位が同電位に固定される。これにより、血糖値センサ2に電圧を印加しない状態で、センサ内の酵素と血液中のブドウ糖との初期段階における化学反応を促進することができる。そして、化学反応が促進された後に、図14に示すように、スイッチ27を開き、スイッチ1、28を閉じて電流 I_a を測定することにより、より正確で安定した血糖値を得ることができる。

【0078】以上、本実施形態によると、測定前に血糖値センサ2の電極41、42間の電位を同電位に保った状態で化学反応を促進させることにより、より正確で安定した血糖値を示す血糖値測定装置を実現することができる。

【0079】（第9の実施形態）図15は、本発明の第9の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第8の実施形態に係るセンサ受容部40Cと構成の異なるセンサ受容部40D

を備えたものであり、血糖値センサ 2 に電圧を印加した状態で、センサ内の化学反応の促進を図ったものである。センサ受容部 40D において、スイッチ 27 の一端が、血糖値センサ 2 の電極 42 側でなく、基準電圧 V_{ss} に接続されている。

【0080】図 15 に示すように、スイッチ 28 を開き、スイッチ 1、27 を閉じた状態にすることにより、血糖値センサ 2 は装置から切り離され、電極 41、42 間に電圧 $V_1 - V_{ss}$ が印加される。これにより、第 7 の実施形態とは異なる条件、つまり、電圧を印加した状態で、センサ内の酵素と血液中のブドウ糖との初期段階における化学反応を促進することができる。

【0081】将来的な血糖値センサ 2 の改良を考慮すると、血糖値センサ 2 の電極 41、42 間の電位を同電位にするよりも、電位差を持たせる方が、化学反応を促進できる場合も予想される。

【0082】以上、本実施形態によると、測定前に血糖値センサ 2 の電極 41、42 間に電位差を持たせた状態で化学反応を促進させることにより、より正確で安定した血糖値を示す血糖値測定装置を実現することができる。

【0083】(第 10 の実施形態) 図 16 は、本発明の第 10 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成を示す。本実施形態に係る血糖値測定装置は、第 9 の実施形態に係るセンサ受容部 40D と構成の異なるセンサ受容部 40E を備えたものであり、血糖値センサ 2 に第 9 の実施形態とは異なる電圧を印加した状態で、センサ内の化学反応の促進を図ったものである。センサ受容部 40E は、スイッチ 1 と並列に設けられたスイッチ 29 を有し、スイッチ 29 には基準電圧 V_2 が供給される。

【0084】図 16 に示すように、スイッチ 1、27 を閉じ、スイッチ 28、29 を開いた状態にすることにより、第 9 の実施形態と同様に、血糖値センサ 2 の電極 41、42 間に電圧 $V_1 - V_{ss}$ を印加して、センサ内の化学反応を促進することができる。さらに、図 17 に示すように、スイッチ 27、29 を閉じ、スイッチ 1、28 を開いた状態にすることにより、電極 41、42 間に、上記と異なる電圧 $V_2 - V_{ss}$ を印加して、センサ内の化学反応を促進することができる。

【0085】以上、本実施形態によると、血糖値センサ 2 の電極 41、42 間に複数の互いに異なる基準電圧を印加することができ、血糖値センサ 2 のタイプに応じ、最適な電圧を印加して、センサ内の初期段階の化学反応を促進することができる。これにより、さまざまなタイプの血糖値センサに対応可能で、より正確で安定した血糖値を示す血糖値測定装置を実現することができる。

【0086】なお、図 16、17 において、血糖値センサ 2 の電極 42 に印加可能な基準電圧およびスイッチとして、電圧 V_1 、 V_2 およびスイッチ 1、29 の 2 組のみが示されているが、これを n 組 (n は 3 以上の整数) に

拡張しても、本発明による効果を得ることができる。

【0087】以上、本発明において、血糖値センサ 2、25 は、血糖値を測定するものであるとしたが、血液中の別の物質、たとえば、コレステロール値や乳酸値や免疫値を測定可能なセンサを用いることにより、本発明の血糖値測定装置は、それぞれコレステロール測定装置、乳酸測定装置および免疫測定装置として機能する。また、血糖値センサ 2、25 を温度センサや受光素子に替えることにより、温度測定装置や受光測定装置などとしても機能する。そして、これら装置においても、本発明による効果と同様のものを得ることができる。

【0088】

【発明の効果】本発明によると、電流電圧変換器のオフセット電圧や半導体集積回路の製造ばらつきを補償した、より正確で高い測定精度の血糖値測定装置を実現することができる。これにより、測定結果の表示桁数をこれまでより増すことが可能となる。また、将来的に、血糖値センサが高性能化した場合や機能が拡張した場合などに対応することが可能な血糖値測定装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成図である。

【図 4】図 3 のサンプル・ホールド回路をスイッチド・キャパシタで実現したときの構成図である。

【図 5】図 4 のスイッチド・キャパシタのスイッチングのタイミング・チャートである。

【図 6】図 3 の血糖値測定装置による測定値のサンプル・ホールドを示すグラフである。

【図 7】本発明の第 4 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成およびオフセット電圧を測定しているときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図 9】図 8 の血糖値測定装置が血糖値を測定しているときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図 10】本発明の第 6 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成図である。

【図 11】本発明の第 7 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成図である。

【図 12】図 11 の血糖値測定装置に係る半導体集積回路の構成図である。

【図 13】本発明の第 8 の実施形態に係る血糖値測定装置の構成およびセンサ内の化学反応を促進しているときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図 14】図 13 の血糖値測定装置が血糖値を測定して

いるときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図15】本発明の第9の実施形態に係る血糖値測定装置の構成およびセンサ内の化学反応を促進しているときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図16】本発明の第10の実施形態に係る血糖値測定装置の構成およびセンサ内の化学反応を促進しているときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図17】図16の血糖値測定装置が別の条件でセンサ内の化学反応を促進しているときのスイッチの動作状態を示す図である。

【図18】従来の血糖値測定装置の構成図である。

【符号の説明】

- 1 スイッチ（セレクタ、所定の電圧を印加する手段）
- 2 血糖値センサ
- 3 センスアンプ（電流電圧変換器）
- 4 帰還抵抗
- 5 スイッチ
- 6 $\Delta\Sigma$ 型ADC（ $\Delta\Sigma$ 型AD変換器）
- 7 デジタル信号処理回路
- 8 サンプル・ホールド回路
- 20 スイッチ（帰還抵抗と並列に設けられたスイッ

チ）

21、22、23、24 スイッチ（複数の電極に印加する電圧を切り替えるセレクタ）

25 血糖値センサ

26 擬似抵抗

27 スイッチ（血糖値センサの正極および負極間を短絡可能なスイッチ）

28 スイッチ（電流の出力を遮断可能なスイッチ）

29 スイッチ（所定の電圧を印加する手段）

30 スイッチ（セレクタ）

40、40A、40B、40C、40D、40E センサ受容部

41、42、43、44、45 電極

51、52、55、56、57 端子（第1の端子）

53、54 端子（第2の端子）

58、59 端子（第3の端子）

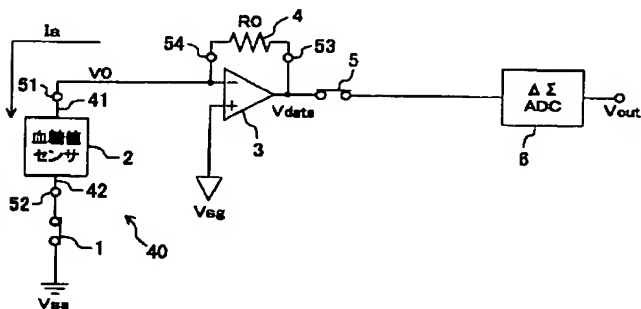
100 半導体集積回路

Vdata 出力電圧（アナログ信号）

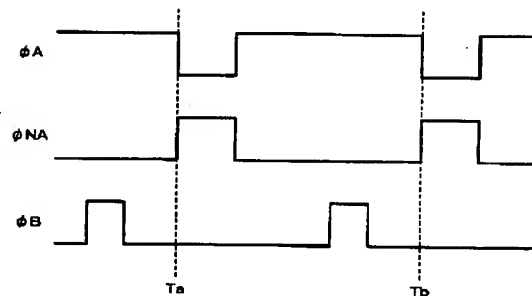
Vout デジタル信号

Voff オフセット電圧

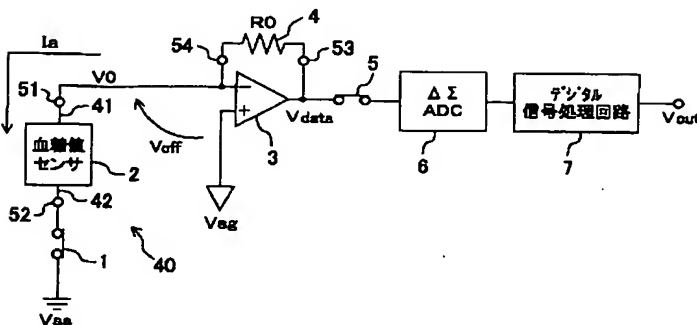
【図1】



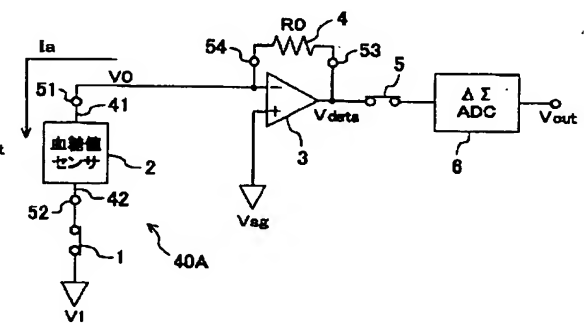
【図5】



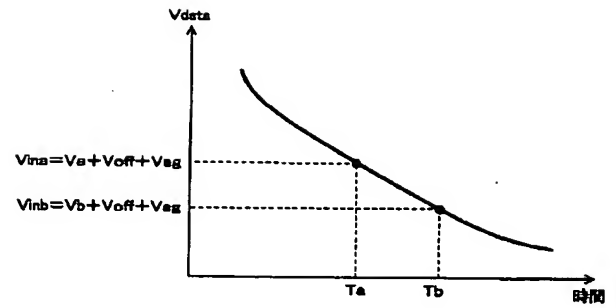
【図2】



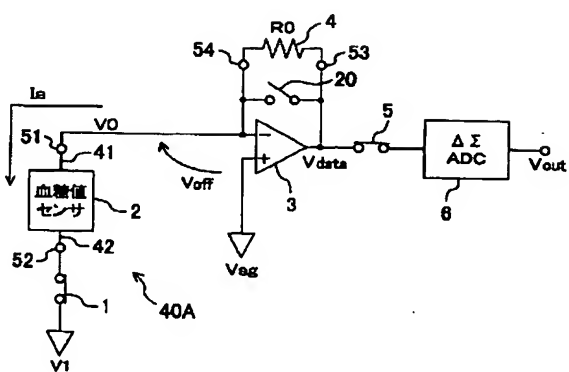
【図7】



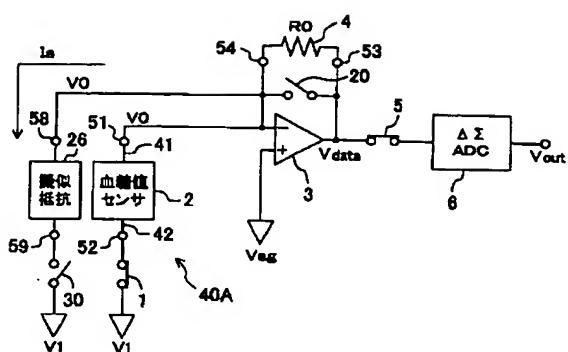
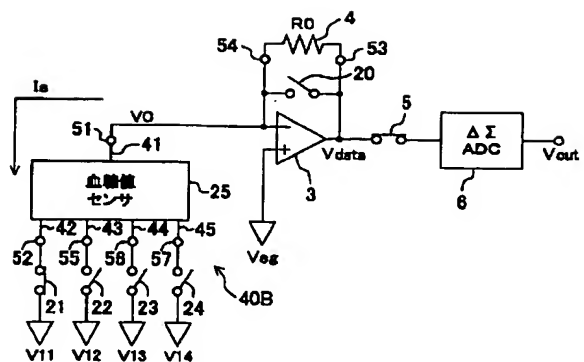
【圖 6】

[illegible]

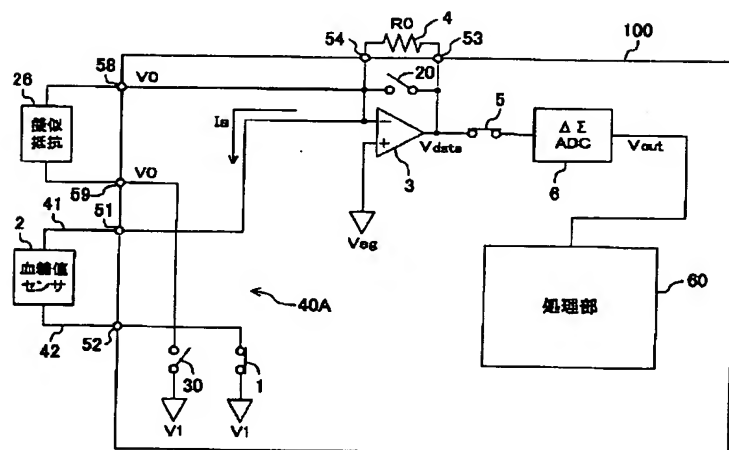
【图 9】



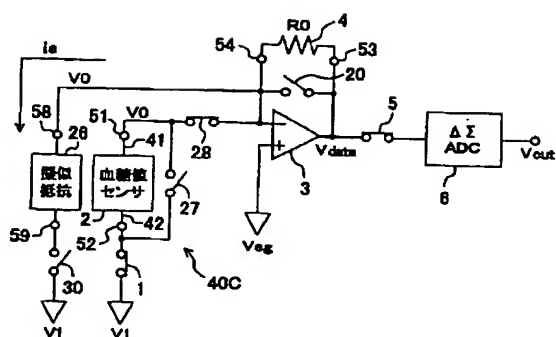
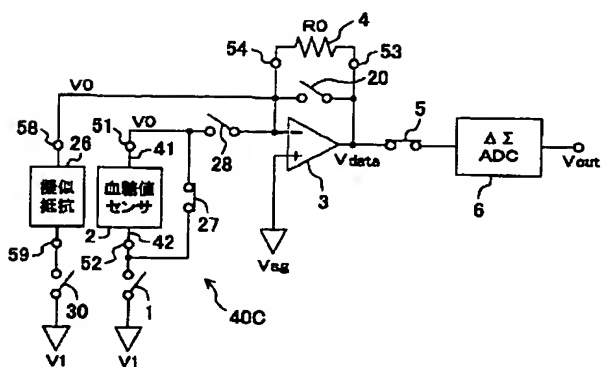
【图 1-1】



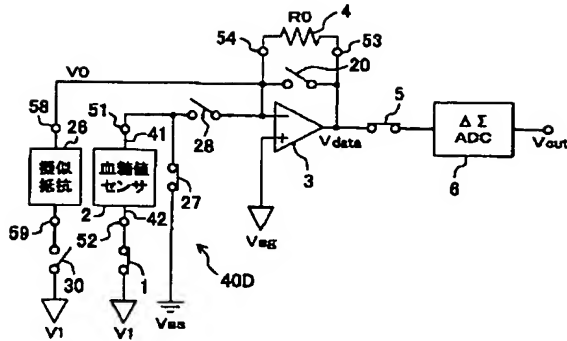
【圖 1 2】



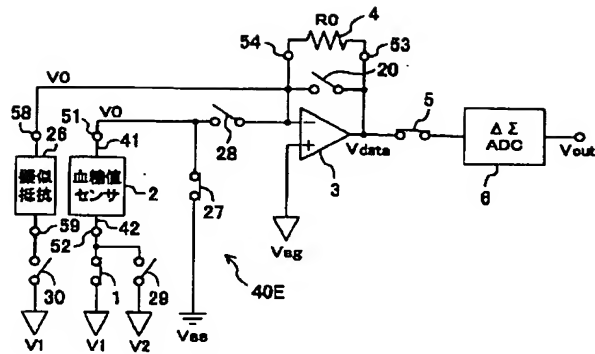
【圖 1 4】



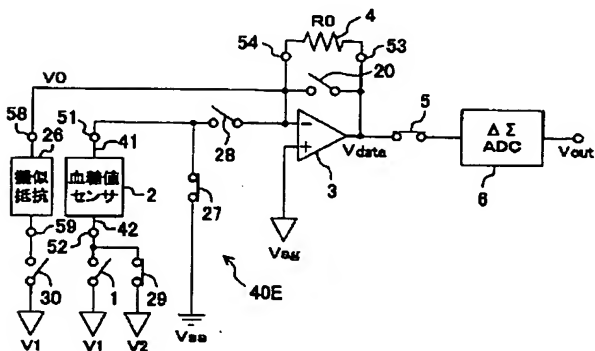
【図15】



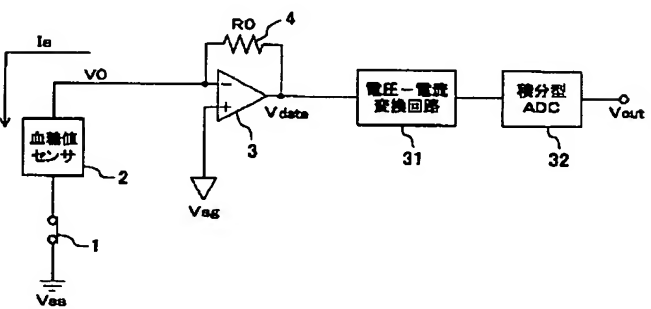
【図16】



【図17】



【図18】



【手続補正書】

【提出日】平成14年2月18日(2002.2.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】本実施形態において、センサ受容部40B

は、血糖値センサ25の電極41に接続するための端子51と、電極42～45に接続するための端子52、55、56および57と、スイッチ21、22、23および24と、スイッチ21～24に供給される基準電圧V11、V12、V13およびV14とからなる部分を指す。そして、これらスイッチ21～24は、電極42～45に印加する電圧を必要に応じて切り替えるセレクタの役割をする。

フロントページの続き

(72)発明者 石川 忠義

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 徳野 吉宣

香川県高松市古新町8番地の1 松下寿電
子工業株式会社内

Fターム(参考) 2G045 AA01 DA31 FB01 FB05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.